

**Untersuchungen
über die Eignung der Schilddrüsenaktivität
als Hilfsmerkmal bei der Selektion
von Jungbullen
in der Eigenleistungsprüfung**

Peter Bard

1974

Aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs-
und Konstitutionsforschung
der Tierärztlichen Fakultät der Universität
München
Vorstand: Professor Dr. H. Kräußlich
und
aus der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht
in Grub
Leiter: Oberregierungsdirektor Dozent Dr. Bogner

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE EIGNUNG DER SCHILDDRÜSEN-
AKTIVITÄT ALS HILFSMERKMAL BEI DER SELEKTION VON
JUNGBULLEN IN DER EIGENLEISTUNGSPRÜFUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen
Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität München

von
Peter Bard
aus
Tegernsee

München 1973

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. E. Dahme

Referent: Prof. Dr. H. Kräußlich

Koreferent: Priv. Doz. Dr. E. Scharer

Tag der Promotion: 22.2.1974



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literatur	6
2.1 Die Bedeutung von Thyroxin für den Stoffwechsel	6
2.2 Die Bestimmung der Schilddrüsenaktivität	8
2.3 Wirkung der Zufütterung von Thyroxin	10
2.4 Einflüsse von Alter, Tages- und Jahreszeit, Fütterung und Stress	11
2.5 Genetische Unterschiede	12
2.6 Untersuchungen über den Zusammenhang von Schilddrüsenaktivität und Wachstum und Milchleistung	13
2.7 Untersuchungen über den Zusammenhang von anderen Blutbestandteilen mit dem Wachstum	16
3. Eigene Untersuchungen	18
3.1 Material und Methode	18
3.2 Ergebnisse	27
3.2.1 Tageszeitliche Schwankungen	27
3.2.2 Schwankungen von Tag zu Tag	28
3.2.3 Jahreszeitliche Einflüsse	29
3.2.4 Einfluß des Alters auf den T4-Wert	32
3.2.5 Auswirkung der Bewegung auf den T4-Wert	33
3.2.6 Unterschiede zwischen den Bullen in den Thyroxinwerten	34
3.2.7 Genetische Unterschiede	36
3.2.8 Beziehungen zwischen T4 und dem vorgeschätzten Zuchtwert	39
3.2.9 Relationen T4-Gewicht	40
3.2.10 Beziehungen zwischen den Zunahmen in den verschiedenen Abschnitten und dem T4-Wert	40

	Seite
4. Diskussion	45
5. Zusammenfassung	51
6. Summary	53
7. Literaturverzeichnis	55

1. E I N L E I T U N G

Die Bedeutung und der Zweck der Eigenleistungsprüfung im Besamungszuchtprogramm

Die Funktion der Rinderbesamung, ursprünglich zur Vermeidung und Überwindung von Deckseuchen angewandt, hat sich entscheidend gewandelt.

Die künstliche Besamung ist heute Voraussetzung für die Anwendung moderner Züchtungsmethoden und ermöglicht wesentlich schnellere Zuchtfortschritte, als dies beim Natursprung der Fall war. Nicht zuletzt aus diesem Grunde hat die Rinderbesamung in der BRD seit 1952 durchschnittlich jährlich um 9,9 % zugenommen.

1971 wurden in der BRD 3,8 Mio Besamungen mit ca. 3700 Bullen durchgeführt, von denen fast 600 zuchtwertgeschätzte Vererber waren. Die große Nachkommenzahl pro Besamungsbulle erfordert es, daß Besamungsbullen nach weit strengeren Maßstäben ausgewählt werden müssen als Natursprungbullen.

Die wichtigsten dieser Leistungsprüfungen als Basis für die Zuchtwertschätzung sind die Milchleistungsprüfung und die Prüfung auf Mastleistung und Schlachtkörperwert.

Eine Untersuchung in der bayerischen Fleckviehpopulation ergab, daß der genetische Fortschritt in der Erstlaktation zu 71 % auf der Selektion zwischen zuchtwertgeschätzten Bullen beruhte (KRÄUBLICH 1972). SKJERVOLD (1963) errechnete, daß zwischen 60 und 70 % des gesamten genetischen Fortschritts über die Selektion zwischen zuchtwertgeschätzten Bullen erzielt wurde. Diese Untersuchungen berechtigten zur Forderung nach einer scharfen Selektion zwischen den zuchtwertgeschätzten Bullen, um eine hohe genetische Überlegenheit der eingesetzten Vererber zu garantieren.

Die Ergebnisse der Zuchtwertschätzung auf Einsatzleistung und Erstlaktationsleistung von Vater und Sohn zeigen in der bayerischen Fleckviehpopulation eine gute Übereinstimmung. Daher wird in Bayern seit 1966 der Zuchtwert von Jungbullen bei der Auswahl von Prüfbullen anhand des Zuchtwertes von Vater und Mutter und des Vaters der Mutter vorausgeschätzt. Das Verfahren wurde von AVERDUNK (1967, 1968) ausführlich beschrieben.

Vergleichende Untersuchungen zwischen vorgeschätztem und tatsächlichem Zuchtwert zeigten allerdings, daß mit relativ hohen Abweichungen vom Erwartungswert gerechnet werden muß. So beträgt der Schätzfehler zwischen dem geschätzten Zuchtwert aufgrund der Nachkommenprüfung und dem vorgeschätzten Zuchtwert für die Milchmenge ± 231 kg (KRÄUBLICH et al. 1970).

Es wird deshalb nach Möglichkeiten gesucht, die Sicherheit der Aussage des vorgeschätzten Zuchtwertes auf Erstlaktationsleistung zu erhöhen.

Die Zuchtwertschätzung auf Fleischleistung erfolgt in zunehmendem Maße mit Hilfe der Eigenleistungsprüfung auf Stationen und der Nachkommenprüfung an Stationen und im Feld (KRÄUBLICH 1971). Die Zuverlässigkeit der Vorauswahl mit Hilfe der Eigenleistungsprüfung wurde von LINDHE (1971) geschätzt. Mit 16 eigenleistungsgeprüften Bullen führte er eine Nachkommenprüfung auf Fleischleistung durch. Für den Zuwachs errechnete er einen Heritabilitätswert von $h^2 = 0,29$. Die tatsächlich gefundene Korrelation zwischen dem T-Index für die Eigenleistungsprüfung und für die Nachkommenprüfung betrug $r = 0,68$.

In fast allen Zuchtprogrammen für Zweinutzungsrasen erfolgt die Auswahl der Testbullen in erster Linie nach dem vorgeschätzten Zuchtwert auf Milchleistung und der

Zuwachsleistung in der Eigenleistungsprüfung.

Von der Überlegung ausgehend, daß die Milchsekretion von verschiedenen Hormonen reguliert wird, darunter zu einem bestimmten Teil Thyroxin, untersuchten JOAKIMSEN und Mitarbeiter (1971) die genetischen Zusammenhänge zwischen der Thyroxindegradationsrate von geprüften Bullen und der Milchleistung der Töchter. Die Ergebnisse zeigten deutlich eine positive genetische Korrelation zwischen der Thyroxindegradationsrate (TDR) der Bullen und der Milchleistung der Töchter; $r = 0,42$ ($p < 0,01$)

Sollte sich diese genetische Korrelation auch in anderen Untersuchungen bestätigen, so wäre nach Ansicht der Autoren die Bestimmung der TDR ein wertvolles Mittel, um die zu erwartende Vererbung der Milchleistung von Prüfbullen vorzuschätzen.

Ein praktisches Beispiel für die Realisierung dieser Überlegung liefert die norwegische Besamungszucht. Von allen Prüfbullen wird eine Samenreserve angelegt. Die Bullen werden anschließend geschlachtet und über die Verwendung der eingelagerten Samenreserve wird nach Vorliegen des Ergebnisses der Zuchtwertschätzung und Erstlaktationsleistung entschieden. Von den Bullen werden verschieden große Spermamengen eingelagert; entscheidend für die Anzahl der Portionen ist die Schilddrüsenaktivität. Auch nach SKJERVOLD (1972) vererben Bullen mit hoher Schilddrüsenaktivität eine hohe Milchleistung; die Schilddrüsenaktivität sagt mehr aus über die zukünftigen Leistungen als der vorgeschätzte Zuchtwert.

Von der gleichen Überlegung ausgehend, liegt das endgültige Ziel der vorliegenden Untersuchungen darin, unter den Bedingungen der Eigenleistungsprüfung zu untersuchen, ob die Feststellung der Schilddrüsenaktivität von Prüfbullen mit Hilfe des T₄-Tests, wie er auf S. 24 be-

schreiber ist, eine zuverlässige Aussage über die zu erwartende Milchleistung der Töchter dieser Bullen ermöglicht; damit wäre sie geeignet, die Vorschätzung des Zuchtwerts zu verbessern.

Die Beziehung zwischen dem ermittelten Thyroxinwert (T4-Wert) und dem Ergebnis der Zuchtwertschätzung auf Milchleistung konnte vorerst noch nicht ermittelt werden, da diese Untersuchungen an der Eigenleistungsprüfung Brandhof erst seit November 1970 regelmäßig durchgeführt werden und die Zuchtwertschätzergebnisse von T4 getesteten Prüfbullen nicht vor Anfang 1975 vorliegen.

Die Zusammenhänge zwischen den T4-Werten und dem Gewicht sowie dem Wachstum der Bullen sind für die Eigenleistungsprüfung von Interesse, da für die Festsetzung der Prüfperiode der Verlauf der Wachstumskurve von großer Bedeutung ist. AVERDUNK (1969) stellte z.B. fest, daß sich eine negative Korrelation zwischen dem 365 Tage-Gewicht und der täglichen Zunahme zwischen dem 365. Tag und dem 500. Tag ergibt. Wegen des Einsatzes in der KB aus Kostengründen und der beschränkten Zahl der Prüfplätze strebt man jedoch an, die Eigenleistungsprüfung schon nach einem Jahr abzuschließen. Die Untersuchungen von Averdunk zeigen jedoch, daß damit die Gefahr verbunden ist, Tiere mit einem zu frühen Wachstumsabschluß in der Selektion zu begünstigen, was für eine Mast auf höhere Schlachtgewichte ungünstig wäre. Es ist deshalb von Interesse, ob die während der Eigenleistungsprüfung festgestellten T4-Werte eine gesicherte Aussage über den weiteren Verlauf der Wachstumskurve zulassen.

Die Auswahl der Bullen erfolgt in der bayerischen Besamungszucht zur Zeit mit Hilfe der Eigenleistungsprüfung

und der Vorschätzung des Zuchtwertes, der allerdings nur eine relativ unsichere Aussage zuläßt. Eine Absicherung mit Hilfe des Radiojodtestes, wie z.B. in Norwegen, wäre deshalb sehr erwünscht. Dies ist aber wegen der in der BRD weit strengeren Vorschriften über den Umgang mit radioaktiven Substanzen praktisch nicht durchführbar. Praktikabel wäre dagegen die von SCHERZINGER und GROSSER (1972) beschriebene Methode der Bestimmung des Schilddrüsenhormonspiegels im Blut. Mit Hilfe dieser Methode wurde daher in der vorliegenden Untersuchung versucht zu ermitteln:

- a) ob individuelle Unterschiede in den T₄-Werten der untersuchten Bullen vorhanden sind,
- b) ob ein Zusammenhang mit dem Wachstum festgestellt werden kann und
- c) durch welche erfaßbaren Faktoren der T₄-Wert beeinflußt wird.

2. L I T E R A T U R

2.1 Die Bedeutung von Thyroxin für den Stoffwechsel

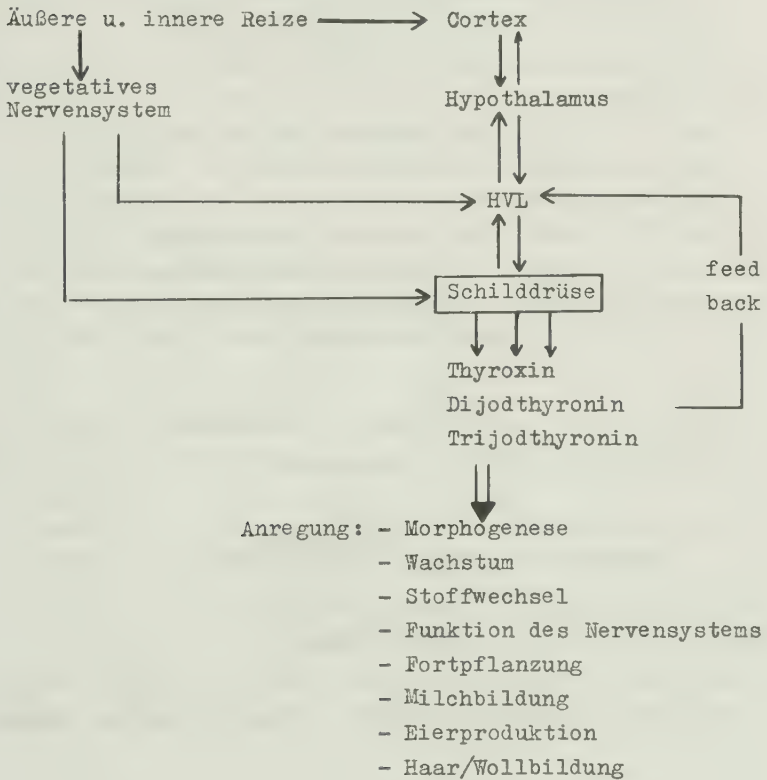
Das Schilddrüsenhormon Thyroxin ist, zusammen mit seinen analogen Verbindungen Dijodthyronin und Trijodthyronin für den gesamten Organismus von zentraler Bedeutung. Die vielfältigen Wirkungen dieses Hormons beeinflussen die meisten und wichtigsten bekannten physiologischen Funktionen. Obwohl dieser Umstand das Thema Schilddrüse für die Forschung sehr anziehend gemacht hat - Thyroxin ist ein Hormon, das chemisch sehr gut bekannt ist - ist der genaue Mechanismus seiner Wirkung noch weitgehend unbekannt. Untersucht und beschrieben wurden die direkten Einwirkungen von Thyroxin auf oxydative Enzyme, Veränderungen der Mitochondrien unter Thyroxineinfluß, Wirkungen auf die verschiedensten Bereiche des Stoffwechsels. Eine zusammenfassende und verallgemeinernde Theorie bleibt jedoch noch abzuwarten. In neuerer Zeit werden die Möglichkeiten einer solchen Theorie allerdings vorsichtiger beurteilt.

Die bedeutendsten Wirkungen des Thyroxins sind die Einflüsse auf den Stoffwechsel; sie erstrecken sich auf die wichtigsten Stoffgruppen des Organismus: Eiweiß, Kohlenhydrate und Fett.

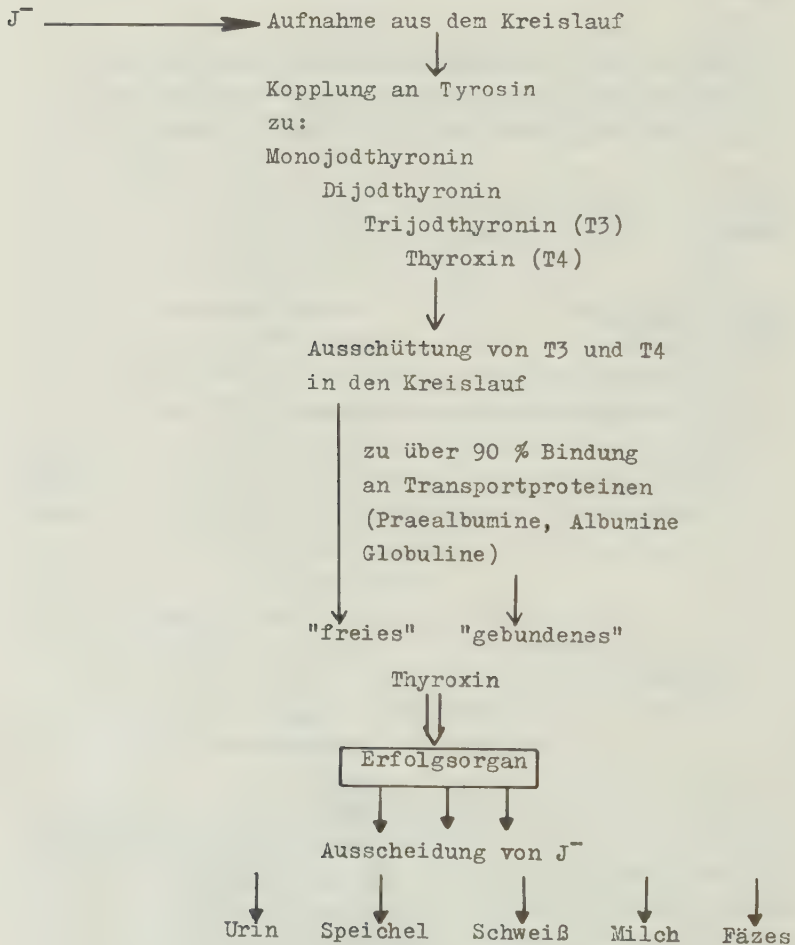
Der Einfluß von Thyroxin auf den N-Stoffwechsel (Eiweißstoffwechsel) ist abhängig von einer Reihe von Faktoren: der Höhe des Spiegels, dem Alter und dem jeweiligen Zustand des Organismus. In einem bestimmten Bereich stimuliert Thyroxin die Proteinsynthese, was sich in einer Zunahme der Muskulatur und des Gewichts äußern kann. Ein zu hoher Spiegel führt zu einer Zunahme der Gewebsoxydation und einer Einschmelzung z.B. der Muskulatur.

Ein zu niedriger Thyroxinspiegel dagegen führt neben schweren Störungen des Wasser- und Mineralstoffhaushalts zu einer außerordentlichen Hemmung des Wachstums aller Gewebe.

In der folgenden schematischen Darstellung sind die Regulation und die wichtigsten Angriffspunkte der Thyroxinwirkung aufgeführt (modifiziert nach KOLB 1967).



Die Verwertung von Jod im Rahmen des Thyroxinstoffwechsels



2.2 Die Bestimmung der Schilddrüsenaktivität

Für die Bestimmung der Schilddrüsenaktivität gibt es eine Reihe von Verfahren, deren Aussagegenauigkeit unterschiedlich ist. Die Ergebnisse lassen sich daher nicht immer vergleichen. So bestand der klassische Test der Schilddrüsenfunktionsbestimmung in der Bestimmung des Grundumsatzes; ein weiteres Verfahren ist die Bestimmung des Cholesterinspiegels des Blutes als Index für den Schilddrüsenstatus, die Säulenchromatografie von Thyroxin usw. Die bisher am häufigsten verwendeten Methoden zur Bestimmung der Schilddrüsenfunktion beruhen auf der chemischen Analyse des an Protein gebundenen Jods (PBI). Diese Methode wird als sehr zuverlässig angesehen; BEDNAR und Mitarbeiter (1972) errechneten eine Korrelation zwischen PBI und dem thyroxingebundenen Jod von $r = 0,9$. Der Nachteil dieser Methode besteht darin, daß die unspezifische Erfassung von Jod auch Verunreinigungen in die Ergebnisse miteinbezieht und diese dadurch verfälschen kann; es muß daher mit äußerster Sorgfalt gearbeitet werden.

Eine adäquate Methode der Feststellung der Schilddrüsenfunktion ist die Bestimmung der Schilddrüsensekretionsrate (TSR).

Eine Methode zur Bestimmung der TSR wurde zum Beispiel von BERGNER und Mitarbeitern (1968) beschrieben.

Die Bestimmung der TSR kann auch durch direkte Umrechnung aus dem PBI-Spiegel erfolgen (POST und MIXNER 1961, MIXNER und LENNON 1959). Diese Autoren errechneten eine Korrelation zwischen PBI und TSR bei Rindern von 0,7 bis 0,78.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde die von SCHERZINGER und GROSSER (1971) beschriebene Methode zur direkten Bestimmung des Schilddrüsenhormonspiegels herangezogen. Diese Methode ist spezifisch für das Thyroxinmolekül und wird daher durch Verunreinigungen durch anorganisches Jod nicht beeinflusst. Daneben werden mit dieser Methode noch etwa 35 % Trijodthyronin mitbestimmt. Ein weiterer Vorteil ist die im Vergleich zur FBI-Bestimmung einfache und schnelle Durchführung. Für den jeweils bestimmten Thyroxinspiegel wird im folgenden der Begriff "T4-Wert" gebraucht werden.

2.3 Wirkung der Zufütterung von Thyroxin

GLAZENER, SHAFFNER und GULL (1949) führten an verschiedenen Hühnerrassen Fütterungsversuche durch. Sie konnten feststellen, daß manche Rassen auf Zufütterung von Thyroprotein signifikante Gewichtszunahmen zeigten, andere dagegen in ihren Zunahmen gehemmt wurden. Sie faßten die Ergebnisse zusammen in der Feststellung, daß jede Rasse ihr Optimum (Schilddrüsenaktivität) für Wachstum, Futterverwertung etc. aufweist.

Zu ähnlichen Resultaten gelangten MORENG und SHAFFNER (1949). Sie verfütterten an Junghühnern eine Kombination von Thiouracil und Thyroprotein, womit sie eine bessere Gewichtszunahme und bessere Vermarktungswerte erreichten.

JOHNSON, SPEER, HAYS und CATRON (1957) fütterten laktierenden Sauen Thyroprotein in 3 verschiedenen Dosierungsstufen, um die Auswirkung auf die Milchleistung festzustellen. Dabei fanden sie heraus, daß bei bestimmten Dosen die Ferkel bis zu 27 % größere Gewichtszunahmen zeigten und daß die Sterblichkeit abnahm.

2.4 Einflüsse von Alter, Tages- und Jahreszeit, Fütterung und Stress

Der Einfluß von exogenen Faktoren wie Licht, Temperatur, Tages- und Jahreszeit sowie des Alters auf die Schilddrüsenaktivität wurde bereits untersucht. LENNON und MIXNER (1957) konnten in einer Varianzanalyse für Blutproben, die zu verschiedenen Tageszeiten entnommen waren, keine signifikanten Unterschiede im PBI-Spiegel feststellen.

Übereinstimmend stellen HENNEMANN und MITARBEITER (1955) bei Schafen, MIXNER und Mitarbeiter (1962) an Rindern sowie TURNER (1948) an Hühnern eine Abhängigkeit des Schilddrüsenstatus von der Jahreszeit fest. Dabei lagen die festgestellten TSR-Werte während der warmen Jahreszeit niedriger als während der Wintermonate. Inwieweit Licht und Temperatur an dieser Erscheinung beteiligt waren, wurde dabei offen gelassen. Eine Abnahme der Schilddrüsenaktivität mit dem Alter wurde in Untersuchungen von TURNER (1948) sowie von TAMAKI und TANABE (1971) an verschiedenen Hühnerrassen festgestellt. Zu dem gleichen Ergebnis kamen HENNEMANN und Mitarbeiter (1955) bei Untersuchungen an Schafen und LONG und Mitarbeiter (1952) bei Rindern.

Die Wirkung der Fütterung auf die Schilddrüsenfunktion konnte ANDERSON (1972) an Untersuchungen bei Ratten feststellen; demnach konnten durch Veränderungen in der Futterzusammensetzung Unterschiede in der TSR hervorgerufen werden. Umgekehrt vermag Thyroxin sowohl die Futteraufnahme als auch die Verwertung zu beeinflussen (POST 1963, GROSSIE und TURNER 1961, NISHIKAWARA und GABRIELSON 1961).

In verschiedenen Versuchen konnte LUDVIGSEN (1957, 1969) aufzeigen, daß niedrige Schilddrüsenaktivität mit Stressempfindlichkeit zusammenhängen kann; er konnte bei Schweinen feststellen, daß stressempfindliche Tiere eine größere Schilddrüse aufweisen als stressfeste. Eine Reihe von Untersuchungen an Ratten (PASCHKIS et al. 1950, BOGOROCH und TIMIRAS 1951) sowie an Rindern (MIXNER et al. 1957, BLINGOE und BRODY 1955) zeigten, daß Adrenalin, Hunger und akute Stresssituation die Jodaufnahme aus dem Kreislauf hemmen und den PBI-Spiegel senken. ROBERTSON und Mitarbeiter (1957) fanden in einer Untersuchung ebenfalls einen durch akuten Stress hervorgerufenen Abfall des PBI-Spiegels, der Unterschied konnte jedoch nicht statistisch abgesichert werden ($p > 0,05$).

2.5 Genetische Unterschiede

GLAZENER und Mitarbeiter (1959) stellten bei verschiedenen Hühnerrassen deutliche Unterschiede in der Sekretionsrate von Thyroxin fest. TAMAKI und TANABE (1971) dagegen konnten dieses Ergebnis aufgrund der eigenen Untersuchungen nicht bestätigen. Dies wurde von ihnen dahingehend interpretiert, daß sichere Unterschiede dann auftreten, wenn die untersuchten Rassen auf bestimmte Merkmale gezüchtet werden, die eine gewisse Beziehung zur Schilddrüsenfunktion haben, so z.B. auf Wachstum.

In einer vergleichenden Untersuchung zwischen verschiedenen Schafrassen stellten HENNEMANN und Mitarbeiter (1955) signifikante Unterschiede in der TSR fest; allerdings blieb dieser Unterschied über die Untersuchungszeit hin nicht konstant, vielmehr wechselte die Signifikanzschwelle in den verschiedenen Monaten.

Deutliche Rassenunterschiede bei Rindern konnten von LONG und Mitarbeiter (1952) sowie von MIXNER und Mitarbeiter (1962) festgestellt werden. Die Befunde über Geschlechtsunterschiede in der Schilddrüsenaktivität sind in der Literatur nicht einheitlich. SCHULTZE und TURNER (1945) fanden bei Hennen eine höhere Schilddrüsenaktivität als bei Hähnen. TAMAKI und TANABE (1971) dagegen fanden diese Unterschiede in ihren Untersuchungen nicht bestätigt. Ebenso konnten SINGH und Mitarbeiter (1956) bei Schafen keinen Geschlechtsunterschied angeben.

Über die Vererblichkeit der Schilddrüsenaktivität und ihrer Eigenschaft als Index für bestimmte Leistungsmerkmale liegen noch wenig Arbeiten vor. TAMAKI und TANABE (1971) errechneten bei Junghühnern die Heritabilität von TSR und fanden $h^2 = 0,21$. Die genetische Korrelation der Schilddrüsenaktivität zu einer bestimmten Leistungseigenschaft errechneten JOAKIMSEN und Mitarbeiter (1971) in der in der Einleitung bereits erwähnten Arbeit, wobei sie einen Korrelationskoeffizienten zwischen TDR des Vaters und FCM-Leistung der Töchter von 0,42 fanden. Berechnungen über die genetische Korrelation zwischen der Schilddrüsenaktivität und Mast- und Schlachtleistungseigenschaften konnten in der Literatur nicht gefunden werden.

2.6 Untersuchungen über den Zusammenhang von Schilddrüsenaktivität und Wachstum und Milchleistung

Nachdem frühere Versuche über den Zusammenhang von Fütterungsintensität und Gewichtszunahmen von Rindern (HANKINS und BURK 1938) wenig befriedigende Ergebnisse gebracht hatten, suchte man biochemische oder physiologische Parameter zu finden, mit deren Hilfe zu erwarten-

de Zunahmen festgestellt werden konnten. Bestimmt wurden eine Reihe von Blutbestandteilen wie: Blutharnstoff, Kreatin, Glucose, Cholesterin und Thyroxin. Erste positive Ergebnisse mit Thyroxin und die Feststellung, daß verschiedene Rassen eine unterschiedliche Aktivität der Schilddrüse aufweisen, lieferte die Grundlage für die Möglichkeit, diese Eigenschaft tierzüchterisch auszunutzen.

An Junghühnern von 4 Wochen, die bei einer konstanten Temperatur von 25°C gehalten wurden, errechnete TANABE (1970) einen Korrelationskoeffizienten zwischen TSR und Wachstumsraten von $r = 0,632$.

SINGH, HENNEMANN und REINEKE (1956) untersuchten bei Lämmern den Zusammenhang der Schilddrüsenaktivität mit Wachstum, Geschlecht und Milchleistung und stellten fest, daß Tiere mit höherer Sekretionsrate schneller an Gewicht zunahmen als Vergleichstiere mit niedrigerer Schilddrüsenaktivität.

Eine Reihe ähnlicher Untersuchungen wurde an Rindern durchgeführt. KUNKEL, COLBY und LYMAN (1953) fanden, daß eine große Varianz in PBI (Protein Bound Iodine), das als Index für die Schilddrüsenaktivität diente, mit einer großen Streuung in den Zunahmen verbunden war. Bei einem Teil der untersuchten Tiere fand sich eine große Korrelation zwischen dem PBI-Spiegel und den Gewichtszunahmen. Bei Tieren, die einen optimalen oder erhöhten PBI-Spiegel aufwiesen, war die Korrelation negativ. Dies wurde von den Untersuchern so gedeutet, daß die Schilddrüsenaktivität in einem bestimmten Bereich das Wachstum fördert, darüberhinaus jedoch die Gewichts-entwicklung hemmt.

POST (1963) verglich an Rindern von Kreuzungen verschiedener Rassen (Shorthorn, Hereford, Zebu, Africander und Brah-

man) die Gewichtszunahmen der Tiere im Winter und im Sommer mit dem Plasmagehalt an PBI. Er konnte signifikante Korrelationen feststellen; allerdings veränderten sich diese Korrelationen mit der Jahreszeit, den jeweiligen Kreuzungen und bei der Eltern-, F1- und F2-Generation.

Bei einer Untersuchung der Schilddrüsenaktivität von 108 Hereford- und Angusstieren stellten HATCH und Mitarbeiter (1972) fest, daß die Bullen mit den höchsten Werten in der TSR auch die größten Gewichtszunahmen zeigten.

Über den Zusammenhang von Schilddrüsenfunktion und Milchleistung wurden bereits eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt. So von JOAKIMSEN (1971), der eine positive Korrelation zwischen der TDR der Bullen und der Milchleistung der Töchter feststellte. LENNON und MIXNER (1958) ermittelten an 93 Holstein-Friesian Kühen und 34 Guernsey Kühen über eine Periode von 3 Jahren die PBI-Werte und korrelierten sie mit Milchleistung und Reproduktionsmerkmalen. Außer dem Fettgehalt der Milch konnten sie jedoch keine signifikanten Korrelationen zu den verschiedenen untersuchten Merkmalen der Milchleistung feststellen. Im Gegensatz dazu konnte SØRENSEN (1958) auf der Grundlage der PBI- und TSR-Bestimmung eine deutliche positive Beziehung zur Milchleistung feststellen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen LODGE und Mitarbeiter (1957), PREMACHANDRA und TURNER (1959), TUCKER und REECE (1961) sowie bei Untersuchungen an Schafen SINGH (1956). Die Vergleichbarkeit dieser Ergebnisse wird allerdings dadurch erschwert, daß sie auf der Grundlage von verschiedenen Indices für die Schilddrüsenaktivität gewonnen wurden.

2.7 Untersuchungen über den Zusammenhang von anderen Blutbestandteilen mit dem Wachstum

In einer Untersuchung an über 500 Kälbern fanden KUNKEL und Mitarbeiter (1957) die bisherigen Erfahrungen über die Zusammenhänge von Thyroxinspiegel und Wachstumsraten im allgemeinen bestätigt. Sie gaben jedoch zu bedenken, daß die direkte Relation von z.B. PBI und Gewichtszunahmen relativiert würde durch Rassenunterschiede. Weiterhin würden Schwankungen von anderen Blutbestandteilen z.B. von Glutathion, Serunglobulin, alkalischer Phosphatase etc. unter Umständen eine solche Relation direkt beeinflussen. Erste Untersuchungen über diese Frage erbrachten noch keine zuverlässigen Ergebnisse; es wurde lediglich festgestellt, daß Glutathion und Hämoglobin wahrscheinlich in einem Ursache-Wirkung-Verhältnis zu den Wachstumsraten steht. Als Indices für künftige Gewichtszunahmen sind diese Blutbestandteile wahrscheinlich nicht geeignet (BROWN und Mitarbeiter, 1972).

Ähnlich dazu fand z.B. OLDIGS (1970) bei Untersuchungen an Schweinen positive Korrelationen zwischen alkalischer Phosphatase, Harnstoff und freien Fettsäuren einerseits und den Schlacht- und Mastleistungen andererseits. SINK und Mitarbeiter (1973) stellten eine signifikante Korrelation zwischen dem Cholesteringehalt des Blutes und den Gewichtszunahmen von Kälbern und deren Konstitution fest.

COLBY und Mitarbeiter (1950) untersuchten Zusammenhänge zwischen verschiedenen Blutbestandteilen - Harnstoff, Kreatin, Kreatinin und Glucose - und den Gewichtszunahmen von Fleischrindern; sie konnten allerdings keine signifikanten Korrelationen feststellen.

In einer Untersuchung an Angusrindern konnten SINK und Mitarbeiter (1973) zwischen dem Cholesterinspiegel und den Gewichtszunahmen der Kälber signifikante Korrelationen ($r = 0,48$) aufzeigen.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methode

In Zusammenarbeit mit der Gesellschaft zur Förderung der Rinderzucht in Nordbayern wurden Bullen der Rassen Deutsches Fleckvieh und Gelbvieh untersucht. Die Untersuchung erstreckte sich von November 1970 bis November 1972. Erfasst wurden 199 Bullen, wovon 159 Fleckviehbullen waren und 40 Gelbviehbullen. Diese Tiere, die in der Eigenleistungsprüfung auf der Station Brandhof (Nordbayern) stehen, stammen ausschließlich aus gezielten Paarungen. Die Auswahl der Elterntiere erfolgt nach folgendem Schema:

- Bestimmung des Zuchtwertes in Milchmenge von Mutter und Vater
- Auswahl der 8 % besten Kühe; davon wieder Exterieur- auslese der 50 % besten Tiere
- Auswahl von 6 - 8 % der positiv geprüften Bullen jedes Jahrgangs und Durchführung von etwa 400 gezielten Paarungen je Bulle.

Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Auswahlkriterien der 1970/71 an der Eigenleistungsprüfungsanstalt eingestellten Kälber.

Auf der Station Brandhof werden die Bullen in Gruppen von 10 - 16 Tieren in Boxen mit Spaltenboden gehalten. Da die zunächst durchgeführte Anhängung der Tiere sich nicht bewährt hat, wurde der Freilauf gewählt. Gefüttert werden Kraftfutter und Wirtschaftsfutter; Maissilage wird ad libitum verabreicht und 1,5 kg Heu pro Tier. Die Kraftfuttermenge wird nach Lebensalter gestaffelt und steigt von 3 kg ab dem 112. Tag auf 5 kg/Tier und Tag bis zum 420. Tag.

Tabelle 1 : durchschnittliche Auswahlkriterien der an der
Eigenleistungsprüfungsstation Brandhof eingestellten
Kälber (1971)

Eingest. Kälber	Fleckvieh		Gelbvieh	
		106		30
Väter: Töchterabweichg.	$\bar{x}$	202		190
in Kg Milch	s	62,2		59,6
Abweichg.	$\bar{x}$	1234		1123
in Kg Milch	s	451,5		325,8
Mütter:Widerristhöhe	$\bar{x}$	135		135
	s	2,8		3,1
Brustumfang	$\bar{x}$	204		202
	s	6,7		7,8
Vorgeschätzter ZW				
Söhne in Kg Milch	$\bar{x}$	330		312
	s	75,5		70,9
Einstellungsalter	$\bar{x}$	53,3		52,4
	s	32,5		17,9
Einstellungsgewicht	$\bar{x}$	94,2		89,6
	s	27,9		23,5

Zusammensetzung des Kraftfutters für die Bullenaufzucht:

25 %	Sojaschrot	0,25 %	NaHCO ₃
10 %	Leinextraktionsschrot	25 %	Weizen
2,5 %	Mineralstoffmischung	18 %	Hafer
1,0 %	Vitaminvormischung	17 %	Gerste
1,0 %	CaCO ₃		
0,25%	NaCl		

In der Tabelle 2 werden die wertbestimmenden Bestandteile des Kälberkraftfutters (Verabreichung bis zum 111. Tag) und des Bullenkraftfutters (112. - 420. Tag aufgeführt).

Tabelle 2: Vergleich der wertbestimmenden Bestandteile des Kälber- und Bullenkraftfutters

Bestandteile		Kälber	Bullen
Rohprotein	%	24,0	18,9
Stärkeeinheiten	/Kg	700,0	661,0
Rohfett	%	6,8	1,5
Rohfaser	%	5,4	5,7

Während der Eigenleistungsprüfung werden die Bullen alle 28 Tage gewogen und gemessen. Gemessen werden dabei Widerristhöhe, Brustumfang, Brusttiefe; um die Bullen herauszufinden, die in der Nachhand überbaut sind und auf weiteren Wuchs hoffen lassen, wird zusätzlich die Kreuzbeinhöhe gemessen. Das Keulenmaß schließlich ist ein Maßstab für den Fleischanteil und das Spiralmaß für die Körperlänge.

Tabelle 3 zeigt vergleichend die täglichen Zunahmen in g in den einzelnen Altersabschnitten.

Tabelle 3: tgl. Zunahmen in den Altersabschnitten

n = Anzahl der Bullen

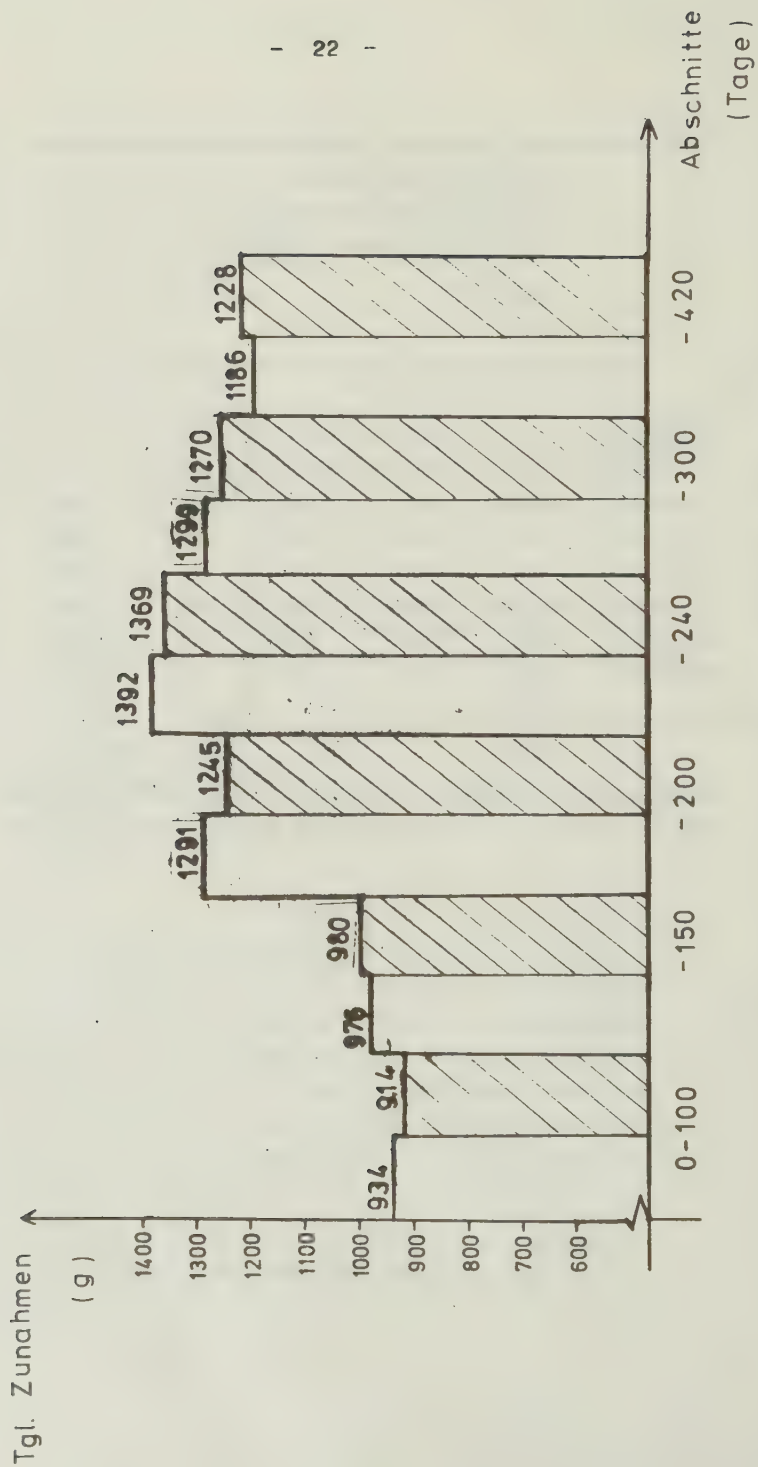
$\bar{x}$ = Gewichtszunahmen in g

s = Standardabweichung

Altersabschnitt	Fleckvieh			Gelbvieh		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
0-100	159	934	160	40	914	161
100-150	159	976	188	40	980	177
150-200	159	1291	203	40	1245	285
200-240	158	1392	250	40	1369	400
240-300	158	1299	257	40	1270	265
300-420	157	1186	282	38	1228	287

Die täglichen Zunahmen steigen bis zum 240. Tag; in den folgenden Altersabschnitten nehmen sie wieder ab.

□ Fleckvieh
▨ Gelbvieh



Vergleich der Zunahmen von Fleckvieh und Gelbvieh

Nach Abschluß der Prüfung mit 420 Tagen erfolgt die Selektion (Körung) der Bullen. Als Grundlage für die Bewertung stehen die täglichen Zunahmen, die Gewichtsentwicklung, Widerristhöhe und vorgeschätzter Zuchtwert zur Verfügung. Am lebenden Tier werden voraussichtliche Schlachtkörperqualität sowie Fundament (Klauen, Gelenke, Gang etc.) beurteilt.

Die für die vorliegende Untersuchung notwendigen Blutproben wurden in 4-wöchigem Turnus entnommen. Die Bullen wurden in drei Altersgruppen von 8 Monaten (1. Entnahme), 11 Monaten (2. Entnahme) und 14 Monaten (3. Entnahme) eingeteilt.

Tabelle 4 zeigt das durchschnittliche Alter der Tiere in Tagen bei den jeweiligen Entnahmen.

Tabelle 4: Alter der Tiere in Tagen bei den jeweiligen Entnahmen

Entnahme	Fleckvieh			Gelbvieh		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
1.	156	240,8	15,7	37	239,4	15,3
2.	153	324,5	16,6	36	325,6	13,4
3.	135	421,8	13,0	31	421,4	18,1

Bei jeder Entnahme wurden im Durchschnitt 30 Bullen erfaßt, die Blutgewinnung erfolgte in der Zeit von 10⁰⁰ vormittags bis 18⁰⁰ nachmittags; sie wurde durch Punktion der Vena Jugularis durchgeführt. Von jedem Tier wurde ein Zentrifugenglas voll Blut entnommen, verschlossen und 1 Tag und 1 Nacht stehengelassen. Die Proben wurden sorgfältig verpackt, mit dem Auto in das Institut in München transportiert und im dortigen Labor 15 Min. bei 3000 U/Min.

zentrifugiert. Das Serum wurde abgezogen, in 10 ml Cautex-Fläschchen abgefüllt, tiefgefroren und bei -12°C gelagert.

Die Bestimmung der T4-Werte wurde am Institut für Tierzucht und Tierernährung der Freien Universität Berlin nach der von SCHERZINGER und GROSSER (1972) beschriebenen Methode durchgeführt. Diese Methode beruht auf dem Prinzip der "konkurrierenden Eiweißbindungsanalyse". Geringe Mengen von ^{125}J -markiertem und nichtmarkiertem Thyroxin werden dem Serum zugesetzt und konkurrieren gleichberechtigt um die Bindung an die Reservekapazitäten von thyroxinbindendem Globulin (TBG). Durch Zugabe eines Ionenaustauschers werden TBG-gebundenes und freies Thyroxin getrennt. Aus der prozentualen ^{125}J -Speicherung des Ionenaustauschers, gegen die bekannten Thyroxinzusätze aufgetragen, ergibt sich die Eichkurve. Durch Vergleich mit dieser Eichkurve kann der T4-Gehalt eines unbekannten Serums ermittelt werden.

Die gesamte Untersuchung erstreckte sich über einen Zeitraum von 2 Jahren; die Blutproben wurden in 5 Analysendurchgängen verarbeitet.

Zu Anfang der Untersuchung wurden die Proben von 6 Bullen aufgeteilt und getrennt der T4-Wert bestimmt.

Tabelle 5 zeigt die gefundenen Werte.

Tabelle 5: Vergleich der T4-Werte von 6 Doppelproben

Probe-Nr.	T4-Wert der Doppelproben	
1	5,9	5,9
2	8,7	9,4
3	7,0	5,4
4	8,7	11,0
5	10,6	9,6
6	9,3	10,8
	$\bar{x} = 8,3$	$\bar{x} = 8,6$

Der statistische Vergleich der beiden Mittelwerte ergab keinen signifikanten Unterschied .

Es wurde festgestellt, daß zwischen den einzelnen Durchgängen Unterschiede in den T4-Werten bestehen. Der durchschnittliche T4-Wert von Durchgang 2 liegt signifikant tiefer als der von Durchgang 1 ($p < 0,01$); in den Durchgängen 3, 4 und 5 steigt der durchschnittliche T4-Wert wieder an, zwischen Durchgang 4 und 5 ist der Unterschied wieder signifikant ($p < 0,01$).

Es wurde untersucht, ob der Abfall bzw. Anstieg der T4-Werte innerhalb der Bullen konstant bleibt; der hohe Variationskoeffizient für die T4-Werte von 52% für die Durchgänge 1 und 2 und von 64 % für die Durchgänge 4 und 5 läßt jedoch eine rechnerische Korrektur nicht zu. Um den Einfluß der Jahreszeit auf die Schwankungen in den Mittelwerten der einzelnen Durchgänge zu untersuchen, wurde die Entnahmezeit der Proben mit dem Analysendatum verglichen. Es wurde festgestellt, daß die ersten 3 Durchgänge mit dem für diese Jahreszeit zu erwartenden Abfall der T4-Werte zusammenfallen. Bei den letzten beiden Durchgängen ist dies jedoch nicht der Fall.

In Tabelle 6 sind die durchschnittlichen T4-Werte in den einzelnen Durchgängen und der Zeitpunkt der Entnahme der im Durchgang verarbeiteten Blutproben aufgeführt.

Tabelle 6 : durchschnittliche T4-Werte in den einzelnen Durchgängen und Zeitpunkt der Probenentnahme

Durchgang	1	2	3	4	5
$\bar{x}$	10,80	7,64	7,78	8,58	10,89
n	87	113	125	97	249
s	1,88	1,65	1,42	2,07	1,45
im Durchgang wurden die Proben aus der Zeit von Nov.70 Jan. 71 Juni 71 Okt.71 Feb. 72 bis Jan.71 Juni 71 Okt. 71 Feb.72 Nov. 72 verarbeitet.					

Aufgrund dieser Ergebnisse ist zu erwarten, daß die festgestellte Varianz in den T4-Werten auch auf methodische Einflüsse zurückzuführen ist. Eine Korrektur auf diese methodischen Einflüsse wurde unterlassen, da sie die Aussagen über die übrigen Einflußfaktoren auf den T4-Wert zu stark beeinträchtigt hätte.

Die angewandten statistischen Verfahren sowie die verwendete Nomenklatur entsprechen den in E. WEBER (1972): "Grundriß der biologischen Statistik" beschriebenen.

3.2 Ergebnisse

Aufgrund der gegebenen Bedingungen des Tiermaterials konnte eine Reihe von Einflußgrößen, die auf die Schilddrüsenaktivität einwirken, von vornherein weitgehend ausgeschlossen werden; so wurde der Einfluß der Fütterung und von chronischem Stress und Krankheit nicht näher untersucht. Die Bullen wurden während der gesamten Beobachtungszeit entsprechend dem oben beschriebenen Fütterungsplan im großen und ganzen einheitlich gefüttert, so daß zu erwartende Schwankungen in der Futterqualität geringgradig sein dürften. Zum anderen wurden ernsthaft erkrankte Tiere ausgemerzt und gingen somit nicht in die Untersuchung ein. Die ganze Untersuchung wurde getrennt für die Fleckvieh- und Gelbviehbullen durchgeführt und erlaubt somit einen ersten Rassenvergleich.

3.2.1 Tageszeitliche Schwankungen

Entsprechend der routinemäßigen Entnahmezeit wurden 58 Fleckviehbullen und 12 Gelbviehbullen in eine Vormittags- und eine Nachmittagsgruppe aufgeteilt (10 - 13 Uhr und 14 - 17 Uhr).

In Tabelle 7 sind vergleichend die Mittelwerte der Vormittags- und Nachmittagsgruppe aufgeführt.

Tabelle 7: Mittelwertsvergleich der T4-Werte der Vormittags- und Nachmittagsgruppen

	Fleckvieh			Gelbvieh		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
vormittags	60	10,1	2,1	21	9,1	2,5
nachmittags	76	10,6	1,4	11	9,9	1,5

Der statistische Vergleich der beiden Mittelwerte (t-Test) ergab zwar keinen signifikanten Unterschied; bei beiden Rassen ist jedoch eine deutliche Tendenz zu höheren Nachmittagswerten festzustellen. Da weiter bei den Fleckviehbullen der t-Wert erst in der zweiten Komma-stelle vom Tabellenwert abweicht, könnte die geringe Tierzahl das Erreichen der Signifikanzschwelle verhindert haben.

3.2.2 Schwankungen von Tag zu Tag

Es wurde untersucht, ob sich Veränderungen im T4-Wert innerhalb von zwei Tagen feststellen lassen. Dazu wurden 14, 12 bzw. 10 Fleckviehbullen und 10, 8 bzw. 5 Gelbviehbullen in den drei Entnahmeabschnitten an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je eine Blutprobe zur gleichen Tageszeit ($\pm$ 2 Stunden) entnommen.

Tabelle 8: Vergleich der T4-Werte der gleichen Bullen an 2 aufeinanderfolgenden Tagen

a) Fleckvieh

Entn. Abschn.	1. Tag			2. Tag		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
8 Mon.	14	8,2	1,5	14	7,8	2,0
11 Mon.	12	8,1	2,0	12	8,1	2,4
14 Mon.	10	9,6	2,3	10	7,9	1,5

b) Gelbvieh

Entn. Abschn.	1. Tag			2. Tag		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
8 Mon.	10	7,1	1,8	10	6,1	1,9
11 Mon.	8	8,4	1,6	8	7,7	1,8
14 Mon.	5	9,0	2,3	5	8,1	2,0

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Tagen gefunden werden; allerdings könnte auch hier die geringe Tierzahl eine Rolle gespielt haben.

3.2.3 Jahreszeitliche Einflüsse

Zur Feststellung des jahreszeitlichen Einflusses auf den T4-Wert wurde zunächst die Verteilung der T4-Mittelwerte über die einzelnen Monate bestimmt. (Wegen der zu geringen Anzahl mußten die Werte von September und Oktober zusammengelegt werden).

Tabelle 9: T4 - Mittelwerte in den einzelnen Monaten
(Fleckviehbullen)

Mon.	1	2	3	4	5	6	7	8	9/10	11	12
n	66	25	49	45	24	59	48	36	40	48	19
$\bar{x}$	9,7	9,1	8,7	9,0	11,7	8,9	7,8	9,2	8,5	10,4	8,4
s	2,7	1,8	2,0	1,7	0,8	2,8	1,7	1,3	1,9	1,8	1,5

In einer zweifachen Varianzanalyse wurden signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Monaten festgestellt, während die Entnahmeabschnitte und eine Wechselwirkung zwischen ihnen und den einzelnen Monaten nicht in Erscheinung traten.

Tabelle 10 : Zweifache Varianzanalyse

Variationsursache	SQ	FG	MQ
zwischen den Entnahmen (8, 11, 14 Mon.)	10,05	2	5,025
zwischen den einzelnen Monaten	376,76	10	37,676 ++
Wechselwirkung	151,42	20	7,571
Rest	1767,09	426	4,148
++ F = 9,6		p < 0,01	

Entsprechend den Entnahmen wurden die T4-Werte in 2 Gruppen aufgeteilt: eine "Sommergruppe" (1.6.-30.9.) und eine "Wintergruppe" (1.11. - 28.2.). In Tabelle 11 sind die Mittelwerte nach den Entnahmeabschnitten aufgeführt.

Tabelle 11: Mittelwerte der T4-Werte der "Sommer"- und "Wintergruppen"

Entn. Abschn.	Fleckvieh						Gelbvieh					
	"Sommer"			"Winter"			"Sommer"			"Winter"		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
8	23	7,9	1,7	79	9,9	2,1	7	7,1	1,5	11	8,3	2,8
11	57	8,6	2,3	46	9,8	2,4	17	9,4	2,0	10	8,9	2,1
14	67	9,3	2,4	28	9,6	1,7	14	8,9	2,2	11	9,3	2,1

Die in der Tabelle deutlichen Unterschiede der T4-Werte wurden in einer zweifachen Varianzanalyse untersucht (Tab. 12).

Die Analyse ergab für die Fleckviehbullen einen signifikanten Unterschied zwischen der Sommer- und der Winterentnahme; dieser Unterschied konnte für Gelbvieh nicht festgestellt werden, obwohl er aus den Mittelwerten in Tabelle 11 zu erwarten gewesen wäre (mit Ausnahme der 'Sommer'-Werte mit 11 Monaten, die über den 'Winter'-Werten liegen). Bei beiden Rassen konnte keine signifikante Wechselwirkung zwischen Entnahmeabschnitt und Jahreszeit festgestellt werden.

Tabelle 12: Zweifache Varianzanalyse

a) Fleckvieh

Variationsursache	SQ	FG	MQ	
zwischen den Entnahmeabschnitten (8, 11, 14)	5,0	2	2,52	
zwischen den "Sommer-" und "Wintergruppen"	75,1	1	75,1	++
Wechselwirkung	30,4	2	15,2	
Rest	1483,1	294	5,04	
Total	1593,6	299	5,30	
++ F = 14,8 p < 0,01				

b) Gelbvieh

Variationsursache	SQ	FG	MQ
zwischen den Ent- nahmeabschnitten (8, 11, 14)	24,5	2	12,2
zwischen den "Sommer"- und "Wintergruppen"	0,0	1	0,0
Wechselwirkung	8,9	2	4,4
Rest	315,0	64	4,9
Total	348,5	69	5,0

Entsprechend diesen Ergebnissen mußte damit gerechnet werden, daß dieser jahreszeitliche Einfluß in die weiteren Befunde eingehen würde. Wo dies zu erwarten war, wurde daher im folgenden auf die Jahreszeit korrigiert. Es wurde eine additive Korrektur auf den Gesamtmittelwert von T4 durchgeführt, wobei die Korrekturwerte nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt wurden.

3.2.4 Einfluß des Alters auf den T4 - Wert

Um festzustellen, ob das Alter der untersuchten Bullen sich auf den T4-Wert auswirkt, wurde der T4-Wert als Funktion des Alters dargestellt. Die Berechnungen wurden parallel mit den unkorrigierten und den auf Jahreszeit korrigierten Werten durchgeführt; damit sollte vermieden werden, daß der saisonale Trend in die Regression eingeht.

Die Werte in der Übersichtstabelle (13) zeigen eine leicht steigende Tendenz. Statistisch konnte diese Abhängigkeit jedoch nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 13: T4-Mittelwerte in den einzelnen Altersabschnitten (unkorrigiert)

Alter	Fleckvieh			Gelbvieh		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
8	156	9,21	2,15	40	8,26	2,28
11	153	9,18	2,25	39	8,97	1,91
14	136	9,45	2,28	33	9,07	2,06
Ges.	455	9,28	2,32	112	8,76	2,08

Folgende Regressionen - $T4 = f(\text{Alter})$ - wurden errechnet:

a) mit den unkorrigierten Werten:

Fleckvieh: $T4 = 8,92 + 0,0017 \cdot \text{Alter}; r = 0,03$

Gelbvieh: $T4 = 7,49 + 0,0038 \cdot \text{Alter}; r = 0,13$

b) mit den korrigierten Werten:

Fleckvieh: $T4 = 8,30 + 0,0030 \cdot \text{Alter};$

$r = 0,10 \quad n = 445 \quad p < 0,05$

Gelbvieh: $T4 = 6,78 + 0,0064 \cdot \text{Alter};$

$r = 0,23 \quad n = 112 \quad p < 0,05$

Auf die Jahreszeit korrigiert ergab sich bei den Fleckviehbullen und bei den Gelbviehbullen eine deutliche Korrelation: der Korrelationskoeffizient stieg an auf $r = 0,10$ ($n = 445$), und auf $r = 0,23$ ($n = 112$) bei den Gelbviehbullen.

3.2.5 Auswirkung der Bewegung auf die T4 - Werte

Eine Stichprobe von 14 Fleckviehbullen und 10 Gelbviehbullen wurde einem Test in der Bewegungsbahn unterworfen. Die Tiere wurden dabei jeweils 15 Minuten im Schritt vorwärtsbewegt. Vor der Bewegung (vormittags), unmittelbar danach und am darauffolgenden Tage wurde je eine Blutpro-

be entnommen und der T4-Wert bestimmt. Es sollte festgestellt werden, wie sich eine kurzzeitige Bewegung und Aufregung auf die Tiere auswirken. Da sich die gefundenen "Ruhewerte" (= T4-Werte vor der Bewegung und am darauffolgenden Tag) statistisch nicht unterschieden, wurden sie für die folgenden Berechnungen gepoolt.

Beim Vergleich der T4-Ruhewerte mit den T4-Bewegungswerten zeigte sich überraschenderweise, daß die "Bewegungswerte" gegenüber den "Ruhewerten" erhöht waren. Der Unterschied konnte allerdings mit dem Wilcoxon-Test nicht statistisch abgesichert werden.

Tabelle 14 : Vergleich der T4-Werte für Ruhe und Bewegung

		Fleckvieh			Gelbvieh		
	Alters- abschn.	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
T4- Ruhe	8	14	9,0	1,5	10	6,6	1,8
	11	14	8,4	1,2	9	8,4	1,3
	14	14	9,5	1,6	8	9,1	1,5
T4- Beweg.	8	14	9,1	1,9	10	7,8	2,1
	11	13	9,4	2,3	8	9,3	1,9
	14	10	10,0	1,8	5	10,2	2,1

3.2.6 Unterschiede zwischen den Bullen in den T4-Werten

Es wurde zunächst die Wiederholbarkeit für die gemessenen T4-Werte geschätzt; die Schätzwerte wurden mit Hilfe einer Varianzanalyse ermittelt. Vergleichend dazu wurden die Korrelationskoeffizienten zwischen den ein-

zelenen Entnahmen errechnet. Dabei zeigte sich, daß der Korrelationskoeffizient zwischen den Entnahmen bei 8 und bei 11 Monaten gut mit dem Wiederholungskoeffizient übereinstimmt.

Tabelle 15: Schätzwerte für die Wiederholbarkeit

geschätzt aus	Fleckvieh	Gelbvieh
Varianzanalyse (8, 11, 14 Mon.)	0,32	0,50
Korrelationen zwischen den Entnahmen		
8 - 11	0,34	0,49
11 - 14	0,12	0,29
8 - 14	0,43	0,72

Mit einer einfachen Varianzanalyse der Thyroxinwerte wurden die Mittelwerte in den T4-Werten untersucht. Für die Fleckvieh- und die Gelbviehbullen konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Bullen festgestellt werden, zwischen den Gruppen mit 8,11 und 14 Mon. besteht kein signifikanter Unterschied. Der Anteil der Bullen an der Gesamtvarianz beträgt beim Fleckvieh 32%, beim Gelbvieh 50%.

Tabelle 16: Einfache Varianzanalyse der Thyroxinwerte

Varianzursache	Fleckvieh			Gelbvieh		
	SQ	FG	MQ	SQ	FG	MQ
zwischen den Bullen	1045,0	127	8,2	274,0	32	8,5 +
innerh. der Bullen (8,11,14 Mon.)	876,8	256	3,4	138,8	66	2,1
total	1921,8	383	5,0	412,8	98	4,2
+ F = 2,40	p < 0,05			+ F = 4,07	p < 0,05	

3.2.7 Genetische Unterschiede

a) zwischen den Rassen

Die Mittelwerte des T₄-Wertes in den einzelnen Abschnitten der beiden untersuchten Rassen wurden verglichen. Dabei wurde festgestellt, daß die Fleckviehbullen durchgehend einen höheren T₄-Wert aufweisen als die Gelbviehbullen. Dieser Unterschied konnte nur beim T₄-Wert der Entnahme mit 8 Monaten und dem Gesamtmittelwert der 8, 11 und 14 Mon.-Entnahme mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit abgesichert werden; über die ganze Untersuchung liegt der T₄-Wert der Fleckviehbullen höher als der der Gelbviehbullen. In Tabelle 17 sind die Mittelwerte und die Differenzen (T₄_{Fleckvieh} - T₄_{Gelbvieh}) zwischen den beiden untersuchten Rassen zusammengestellt.

Tabelle 17: Differenzen in den T₄-Mittelwerten der Fleckvieh- und Gelbviehbullen

Altersabschnitt	T ₄ _{Fleckvieh}	T ₄ _{Gelbvieh}	Diff. T ₄
8	9,21	8,26	0,95
11	9,18	8,97	0,21
14	9,45	9,07	0,38
Gesamt	9,28	8,76	0,52

Zum Vergleich wurden die T₄-Werte von 12 Holstein-Friesian Bullen der Herde des Lehr- und Versuchsgutes Schleißheim herangezogen. Diese Tiere stehen allerdings nicht in der Eigenleistungsprüfung und werden unter anderen Umweltbedingungen gehalten. Es wurden folgende Werte gefunden:

Tabelle 18: T4-Werte von 12 Holstein-Friesian-Bullen

	Alter	
	8 Mon.	11 Mon.
T4-Wert	10,6	10,6
	12,1	8,4
	11,5	9,8
	7,9	11,8
		10,3
		11,3
		11,3
		11,1

Mittelwerte:

Alter	n	$\bar{x}$	s
8 Mon.	4	10,52	1,85
11 Mon.	8	10,57	1,08
Gesamt	12	10,55	1,29

b) innerhalb der Rassen

Da die Väter der untersuchten Fleckviehbullen bekannt waren, wurden 12 Halbgeschwistergruppen gebildet. Die Gruppen umfaßten 6 - 13 Söhne eines Bullen, von allen war der T4-Wert bekannt. In einer zweistufigen hierarchischen Varianzanalyse wurden die Mittelwertsunterschiede zwischen den Vätergruppen und den Söhnegruppen untersucht.

Wie Tabelle 19 zeigt, sind die Varianzen zwischen den Vätern und zwischen den Söhnen signifikant (bei 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit). Die Varianzanteile mit den unkorrigierten und korrigierten Werten teilen sich auf in

10,3 % für die Väter
18,9 % für die Söhne
70,8 % Rest.

Mit den korrigierten Werten:

7,7 % für die Väter,
29,8 % für die Söhne,
62,5 % Rest.

Tabelle 19: Zweistufige hierarchische Varianzanalyse
der T4-Werte (korrigiert)

Varianzursache	SQ	FG	MQ	F
Zw. Vätern	166,2	11	15,1	5,1 ++
Zw.Söhnen inner- halb Vätern	592,2	92	64,3	2,2 ++
Rest	552,0	159	29,2	
Total	1310,4	292	4,4	
++ $p < 0,01$				

Die Varianzanteile s_o^2 , s_a^2 und s_b^2 wurden nach den von BECKER (1968) angegebenen Formeln errechnet.

Aus den Varianzanteilen s_o^2 , s_a^2 und s_b^2 wurde die Heritabilität geschätzt, wobei sich h^2 für die Bullenväter errechnet aus:

$$\frac{4 s_a^2}{s_a^2 + s_b^2 + s_o^2}$$

Es wurden folgende Werte errechnet:

$$\text{Unkorr.: } h_{\text{Bullen}}^2 = 0,41 \quad s_{(h^2)} = 0,020$$

$$\text{Korr. : } h_{\text{Bullen}}^2 = 0,31 \quad s_{(h^2)} = 0,022$$

3.2.8 Beziehungen zwischen T4 und dem vorgeschätzten Zuchtwert

Tabelle 20: Vorgeschätzter Zuchtwert und T4-Werte

Fleckvieh				Gelbvieh		
unkorr. korr.				unkorr. korr.		
Entn. abschn.	ZW	T4	T4	ZW	T4	T4
8	337	9,2	9,0	299	8,2	8,1
11	337	9,1	9,3	300	8,9	9,2
14	339	9,4	9,5	299	9,0	9,3
Gesamt	337	9,2	10,0	299	8,6	9,7

Errechnet wurden die Korrelationen zwischen T4 in den verschiedenen Entnahmeabschnitten und T4 Gesamt zum vorgeschätzten Zuchtwert. Die Berechnungen wurden vergleichend für die Fleckvieh- und Gelbviehbullen jeweils mit den korrigierten und unkorrigierten Werten in Tabelle 20 und 21 aufgeführt.

Während beim Gelbvieh keinerlei signifikante Korrelationen festgestellt werden konnten, fanden sich bei den Fleckviehbullen in den Abschnitten 11 und 14 Monaten signifikante Korrelationen.

Tabelle 21: Korrelationen T4-vorgeschätzter Zuchtwert

Fleckvieh					Gelbvieh			
unkorr. korr.					unkorr. korr.			
Entn. abschn.	r	n	r	n	r	n	r	n
8	0,12	156	0,11	156	0,14	40	0,03	40
11	0,13	153	0,20+	153	0,29	39	0,22	39
14	0,19+	136	0,13	136	0,06	33	0,05	33
Gesamt	0,08	159	0,04	159	0,16	40	0,10	40
+ $p < 0,05$								

3.2.9 Relationen T4 - Gewicht

Es wurden die Regressionen T4-Wert zum Körpergewicht am Entnahmetag berechnet. Wie Tabelle 22 zeigt, wurden bei den beiden untersuchten Rassen entgegengesetzte Befunde festgestellt. Bei den Fleckviehbullen konnte eine signifikante Korrelation für den 14. Monat festgestellt werden : $r = 0,26$, für die Gelbviehbullen dagegen für den 8. Monat : $r = 0,57$. In den übrigen Abschnitten besteht keine signifikante Korrelation.

Tabelle 22 : Korrelationen zwischen dem T4-Wert (unkorrigiert) und dem Körpergewicht am Entnahmetag

Fleckvieh			Gelbvieh	
Entnahme (Mon.)	n	r	n	r
8	156	0,02	40	0,57 ++
11	152	0,01	39	0,12
14	135	0,26 +	33	0,21
	+ $p < 0,05$		++ $p < 0,01$	

3.2.10 Beziehungen zwischen den Zunahmen in den verschiedenen Abschnitten und dem T4-Wert

Zur Feststellung, ob eine positive Beziehung besteht zwischen den im Blut bestimmten Thyroxinwerten und den Gewichtszunahmen der Bullen wurden Regressionsgleichungen von T4 8 - 14 Mon. und den Gewichtszunahmen über die einzelnen Abschnitte gebildet.

Im Einzelnen wurden folgende Beziehungen errechnet :

1. Die Beziehungen zwischen den T4-Werten von 8 Monaten und von 11 Monaten zu den durchschnittlichen Gewichtszunahmen in g im Altersabschnitt 8 bis 11 Monate; die Beziehungen zwischen den T4-Werten von 11 Monaten und von 14 Monaten zu den durchschnittlichen Zunahmen im Altersabschnitt 11 bis 14 Monate. (Tab. 23)
2. Die Korrelationen zwischen dem durchschnittlichen T4-Wert von 8 - 14 Monaten und den täglichen Zunahmen vom Geburtsgewicht bis zum 420-Tagegewicht beziehungsweise den täglichen Zunahmen vom alterskorrigierten Einstellgewicht bis zum 420-Tagegewicht (Tab. 24,25).
3. Die Korrelationen zwischen dem T4-Wert von 8, 11 und 14 Monaten und den Gewichtszunahmen vom 300. bis 420. Tag (Tab. 26).

Tabelle 23: Korrelation zwischen den T4-Werten zu Anfang und zu Ende des Abschnitts mit den Gewichtszunahmen im Abschnitt (auf Jahreszeit korrigierte und unkorrigierte Werte)

		Fleckvieh			Gelbvieh		
		unkorr. korr.			unkorr. korr.		
Abschnitt	T4-Bestimmung	n	r	r	n	r	r
8-11 Mon.	8 Mon.	156	0,09	0,06	40	0,39 ⁺⁺	0,44 ⁺⁺
	11 Mon.	153	0,00	0,05	39	0,10	0,06
11-14 Mon.	11 Mon.	153	0,02	0,01	39	0,22	0,13
	14 Mon.	136	0,20 ⁺	0,21 ⁺	33	0,10	0,18
		⁺ p < 0,05			⁺⁺ p < 0,01		

Für den ersten Entnahmeabschnitt (8 - 11 Monate) findet sich nur für die Gelbviehbullen eine statistisch abgesicherte Korrelation: der T4-Wert im 8. Monat zu den Gewichtszunahmen im Abschnitt 8 - 11 Monate. Diese Beziehung wird durch die Korrektur der Werte auf die Jahreszeit deutlich angehoben.

Im zweiten Entnahmeabschnitt (11 - 14 Monate) ist nur bei den Fleckviehbullen eine signifikante Korrelation festzustellen: zwischen dem T4-Wert im 14. Monat und den Gewichtszunahmen im Abschnitt. Auch hier wird die Korrelation durch die Korrektur deutlich angehoben.

In Tabelle 24 sind die Korrelationen zwischen dem durchschnittlichen T4-Wert von 8 - 14 Monaten und den täglichen Zunahmen bis zum 420. Tag aufgeführt; die Zunahmen wurden errechnet aus:

$$\frac{\text{Gewicht am 420. Tag} - \text{Geburtsgewicht}}{\text{Zahl der Tage}}$$

Die täglichen Zunahmen in Tabelle 25 wurden errechnet aus:

$$\frac{\text{Gewicht am 420. Tag} - \text{alterskorrigiertes Einstellgewicht}}{\text{Zahl der Tage}}$$

Tabelle 24: Korrelationen zwischen dem durchschnittlichen T4-Wert des 8. und 14. Monats und den täglichen Zunahmen bis zum 420. Tag

	Fleckvieh				Gelbvieh			
	$\bar{x}$	T4	r	n	$\bar{x}$	T4	r	n
Unkorr.	1149	9,3	0,09	157	1154	8,8	0,30+	38
Korr.	1149	9,9	0,21++	157	1154	9,5	0,29	38
	++ p < 0,01				+ p < 0,05			

Tab. 25 : Korrelationen zwischen dem durchschnittlichen T4-Wert des 8. und 14. Monats und den täglichen Zunahmen von der Einstellung auf der Station bis zum 420. Tag

	Fleckvieh				Gelbvieh			
	$\bar{x}$	T4	r	n	$\bar{x}$	T4	r	n
Unkorr.	1166	9,3	0,06	157	1173	8,8	0,34+	38
Korr.	1166	9,9	0,20++	157	1173	9,5	0,30	38
	++ p < 0,01				+ p < 0,05			

Für beide Rassen konnten signifikante Korrelationen festgestellt werden. Während allerdings diese Korrelationen durch die Korrektur auf die Jahreszeit bei den Fleckviehbulen angehoben werden, werden sie bei den Gelbviehbullen abgeschwächt.

In Tabelle 26 wurde untersucht, ob der in verschiedenen Altersstufen festgestellte T4-Wert eine Aussage über die Gewichtszunahmen im Endabschnitt der Eigenleistungsprüfung zuläßt.

Tab. 26 : Korrelationen zwischen dem durchschnittlichen T4-Wert des 8., 11. und 14. Monats zu den Gewichtszunahmen vom 300. - 420. Tag

Alter	Fleckvieh				Gelbvieh			
	Unkorr.	n	Korr.	n	Unkorr.	n	Korr.	n
	r		r		r		r	
8 Mon.	0,24++	154	0,13+	154	0,14	38	0,05	38
11 "	0,03	152	0,08	152	0,17	38	0,11	38
14 "	0,19+	136	0,19+	136	0,15	33	0,19	33
Ges.	0,00	157	0,07	157	0,06	38	0,23	38
	++ p < 0,01		+ p < 0,05					

4. DISKUSSION

Die Untersuchung auf tageszeitliche Schwankungen konnte keine signifikanten Unterschiede in den Proben aufzeigen. Dieses Ergebnis stimmt mit den Untersuchungen von LENNON und MIXNER (1957) überein, die ebenfalls keine Tagesschwankungen im PBI-Spiegel von Milchrindern feststellen konnten. Wird die Schilddrüsenaktivität nach der oben beschriebenen Methode untersucht, so können nach den vorliegenden Ergebnissen die dazu notwendigen Blutproben zu jeder Tageszeit entnommen werden.

Der negative Befund bei der Untersuchung der Tagesunterschiede steht im Gegensatz zu den Ergebnissen der eben zitierten Arbeit; dort konnte in einer Varianzanalyse von verschiedenen Einflußfaktoren auf die Schilddrüsenaktivität ein signifikanter Tagesunterschied festgestellt werden.

Die Befunde über die jahreszeitliche Abhängigkeit des Thyroxinwertes stimmen weitgehend überein mit einer Reihe vergleichbarer Arbeiten. Die in dieser Arbeit getroffene Feststellung, daß der Thyroxinwert in den Sommermonaten niedriger liegt als in den Wintermonaten entspricht den Ergebnissen von TURNER (1948), HENNEMANN und Mitarbeitern (1955), MIXNER und Mitarbeitern (1962) PREMACHANDRA und Mitarbeitern (1958), die sie an Hühnern, Schafen und Rindern gewannen. Dabei ist allerdings zu bedenken, daß die Begriffe 'Sommer' und 'Winter' in den einzelnen Arbeiten jeweils um 1 - 2 Monaten unterschiedlich definiert sind; der von einigen Autoren beschriebene 'Überhang' der Schilddrüsenaktivität in die Jahreszeit wurde hier nicht näher untersucht; ebensowenig die Frage, inwieweit Temperatur, Licht und andere Faktoren an dem festgestellten jahreszeitlichen Zyklus beteiligt sind.

Ein vergleichbar deutliches Ergebnis bei den Gelbvieh-bullen wurde möglicherweise durch die relativ geringe Anzahl der untersuchten Tiere verhindert; bei der Korrektur der Werte für die Relation T4 - Zunahmen sprachen beide Rassen an, wenn auch in unterschiedlicher Richtung. es muß daher zunächst offen bleiben, ob und bis zu welchem Grad Rassenunterschiede das unterschiedliche Verhalten in der Jahreszeit beeinflussen.

Für das überraschende Ergebnis des 'Bewegungsversuches', nämlich die Erhöhung des T4-Werts nach einer kurzzeitigen Belastung, konnte in der Literatur keine vergleichbare Aussage gefunden werden. Aus der Sportmedizin ist zwar bekannt, daß jede Leistungssteigerung mit einer Steigerung der Aktivität der Schilddrüse verbunden ist, was sich z.B. bei gut trainierten Sportlern in einer Vergrößerung der Schilddrüse äußert. Vorbehaltlich einer Bestätigung dieses Ergebnisses bleibt festzuhalten, daß auch ein kurzzeitiger Stress möglicherweise den T4-Wert zu beeinflussen vermag, ein weiterer Faktor, der bei entsprechenden Untersuchungen zu berücksichtigen ist.

Eine Altersabhängigkeit des T4-Werts konnte bei den Fleckviehbullen nachgewiesen werden. Die Feststellung, daß die T4-Werte vom 8. bis zum 14. Monat zunehmen, widerspricht zunächst den Ergebnissen anderer Autoren, die einen mit dem Alter abnehmenden Thyroxinspiegel feststellten, so TURNER (1948) an Leghorn-Hühnern, HENNEMANN (1955) an Schafen und LONG et al. (1952) an Rindern. Zu bedenken ist allerdings der relativ kurze Zeitraum der Untersuchung (6 Monate) und das jugendliche Alter der Bullen, das einen nachfolgenden Abfall der Thyroxinwerte im späteren Alter nicht ausschließt.

Der Fehler, der durch die Schwankungen des T4-Werts zwischen den einzelnen Durchgängen in die Auswertung eingegangen ist, ist für die gefundenen Ergebnisse nicht von entscheidender Bedeutung. Bei künftigen Untersuchungen wird es allerdings notwendig sein, mit Hilfe von Testseren und laufender Qualitätskontrollen den methodischen Fehler möglichst gering zu halten; dies konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht mehr durchgeführt werden.

Bei den gefundenen Korrelationen T4-Gewicht ist bemerkenswert, daß sie zu unterschiedlichen Zeitpunkten bei den Fleckvieh- und Gelbviehbullen auftreten. Die gleiche Erscheinung findet sich wieder bei den Korrelationen T4-Zunahmen in den verschiedenen Abschnitten. Es liegt daher nahe, anzunehmen, daß diese Erscheinung aus den Rassenunterschieden zu erklären ist.

Wichtig für das Ergebnis dieser Arbeit ist die festgestellte signifikante Varianz in den T4-Werten zwischen den Bullen; der Varianzanteil von 32 % für die Fleckviehbullen und von 50 % für die Gelbviehbullen bietet eine ausreichende Möglichkeit der züchterischen Erfassung dieses Merkmals. Gestützt wird dieser Befund durch die Ergebnisse der hierarchischen Varianzanalyse, die signifikante Unterschiede zwischen den Vätergruppen und den Söhnegruppen ergab.

Mit der von BECKER (1968) angegebenen Formel wurde aus der Halbgeschwisteranalyse die Heritabilität für den T4-Wert errechnet - nur bei den Fleckviehbullen, da dies bei den Gelbviehbullen aufgrund des relativ geringen Zahlenmaterials nicht möglich war. Sie betrug $h^2 = 0,41 \pm 0,02$ (unkorrigierte Werte) und $0,31 \pm 0,02$ (korrigierte Werte). Die Varianzanalyse und die Heritabilitätsberechnung sprachen auf die Korrektur auf Jahreszeit an, wodurch die Zuverlässigkeit der gefundenen Werte erhöht wurde.

Bei der Untersuchung der Rassenunterschiede konnte die Signifikanzschwelle von 5 % nicht über alle Entnahmeabschnitte erreicht werden; da sich jedoch der Unterschied über die gesamte Untersuchung hinzieht, kann man davon ausgehen, daß der T4-Wert von Fleckviehbullen höher liegt als der von Gelbviehbullen.

So stellten HENNEMANN u. Mitarbeiter (1958) bei einem vergleichenden Versuch mit zwei Schafrassen fest, daß die Unterschiede in der Schilddrüsensekretionsrate nicht über den ganzen Bereich der Untersuchung gleich blieb und daß die Signifikanzschwelle in den verschiedenen Monaten wechselte. Deutliche Rassenunterschiede konnten von GLAZENER u. Mitarbeitern (1949) bei Kühen festgestellt werden, ebenso von MIXNER u. Mitarbeitern (1962) und LONG und Mitarbeitern (1952) bei Rindern.

In der Untersuchung der Beziehungen zwischen dem T4-Wert und den Gewichtszunahmen konnten bei allen Ansätzen bei beiden Rassen signifikante Korrelationen gefunden werden. Dabei trat durchgehend die Erscheinung auf, daß die signifikanten Korrelationen bei den Fleckviehbullen mit 14 Monaten in Erscheinung traten, bei den Gelbviehbullen mit 8 Monaten. Die meisten Korrelationen wurden durch die Korrektur auf Jahreszeit angehoben. Dabei wurde allerdings die Frage offengelassen, ob die Gewichtszunahmen ebenfalls einen unterschiedlichen Verlauf während der verschiedenen Jahreszeiten nehmen, wie dies z.B. von POST (1963) festgestellt wurde; das von ihm untersuchte Tiermaterial wurde allerdings nicht in einer einheitlichen Umwelt gehalten.

Die festgestellte steigende Korrelation von T4_{8 Mon.} und T4_{14 Mon.} zu den Zunahmen vom 300. - 420. Tag deuten - zumindest bei den Fleckviehbullen - daraufhin, daß eine vorzeitige Verfettung in diesem Alter noch nicht zu erwarten ist. Warum die untersuchten Werte der Gelbvieh-

bullen die notwendige Signifikanzschwelle nicht erreichen, ist nicht ganz ersichtlich; möglicherweise spielte auch hier der bereits erwähnte Rasseunterschied eine Rolle.

Die festgestellten positiven Korrelationen zwischen T4 und den Wachstumsraten bestätigen ähnliche Untersuchungen, wie sie von verschiedenen Autoren (s. S. 13) beschrieben wurden. Damit konnte gezeigt werden, daß der T4-Wert grundsätzlich als Index für das Merkmal Mastleistung geeignet ist. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß eine Reihe von Umweltfaktoren diesen Index beeinflussen und daher in der konkreten Untersuchung ausgeschaltet werden müssen. In der vorliegenden Arbeit konnten einige dieser Faktoren durch die Bedingungen der Eigenleistungsprüfung (weitgehend einheitliche Haltung und Fütterung) berücksichtigt werden.

Die in dieser Arbeit festgestellten relativ hohen Varianzanteile des T4-Werts zwischen den Bullenvätern sowie die daraus errechnete Heritabilität lassen eine Selektion auf den T4-Wert möglich erscheinen. Ob dies sinnvoll ist, hängt jedoch von den genetischen Korrelationen zu den wirtschaftlich wichtigen Eigenschaften ab. Da bei dem zur Zeit angestrebten Zuchtziel des Zweinutzungsringes Kühe mit hoher Milchleistung, deren männliche Kälber gut zur Mast geeignet sind, angestrebt werden, müßten die Zusammenhänge zwischen dem T4-Wert des Bullen und der Milchleistung seiner Töchter näher untersucht werden. Zusammenhänge zwischen der Schilddrüsenfunktion und der Milchleistung wurden bereits in einer Reihe von Arbeiten untersucht (s. Seite 15), die gewonnenen Ergebnisse sind allerdings unterschiedlich; vor allem aber sind die genetischen Zusammenhänge noch sehr wenig unter -

sucht und beschrieben.

In diesem Zusammenhang könnten auch die in der vorliegenden Untersuchung bereits festgestellten Korrelationen zwischen T4- Wert und vorgeschätztem Zuchtwert gemeinsam mit dem errechneten Zuchtwert richtig interpretiert und angewandt werden.

5. ZUSAMMENFASSUNG

In der Zeit von November 1970 bis November 1972 wurden 199 Bullen untersucht. Davon gehörten 159 der Rasse Deutsches Fleckvieh, 40 der Rasse Gelbvieh an; sie standen in der Eigenleistungsprüfung auf der Station Brandhof/Neustadt Aisch. In den in 4-wöchentlichem Turnus gewonnenen Blutproben wurde der T4-Wert der Tiere nach der von SCHERZINGER und GROSSER (1971) beschriebenen Methode bestimmt.

Untersucht wurden

- 1) der Einfluß einer Reihe von Faktoren auf den T4-Wert (Tageszeit, Jahreszeit, Alter, Bewegung)
- 2) Die Unterschiede in den T4-Werten zwischen den Bullen und Rassen
- 3) die Beziehungen zwischen dem T4-Wert und dem Gewicht und den Gewichtszunahmen der Bullen
- 4) die Heritabilität für die T4-Werte für die Fleckviehbullen.

Ein signifikanter Einfluß der Tageszeit, des Alters und der Bewegung auf den T4-Wert konnte nicht festgestellt werden.

Es konnte ein deutlicher Einfluß der Jahreszeit auf den T4-Wert aufgezeigt werden; daher wurden die nachfolgenden Berechnungen mit auf die Jahreszeit korrigierten Werten durchgeführt. Mit Hilfe einer einfachen Varianzanalyse konnte der Varianzanteil der Bullen an den T4-Werten ermittelt werden: er beträgt bei den Fleckviehbullen 32 % und bei den Gelbviehbullen 50 % der Gesamtvarianz. Der T4-Wert der Gelbviehbullen lag durchgehend niedriger als der der Fleckviehbullen, allerdings konnte dieser Unterschied nicht über alle Entnahmeabschnitte statistisch abgesichert werden.

Aus der Halbgeschwisteranalyse wurde die Heritabilität für T4 für die Fleckviehbullen errechnet:

sie beträgt mit den auf Jahreszeit korrigierten Werten

$$h^2 = 0,31 \pm 0,002.$$

Bei beiden Rassen wurden signifikante Korrelationen zwischen dem T4-Wert und den Zunahmen gefunden. Dabei fällt auf, daß diese Korrelationen bei den Fleckviehbullen in den letzten Altersabschnitten, bei denen Gelbviehbullen in den ersten Altersabschnitten signifikant auftreten.

6. SUMMARY

199 bulls have been examined from November 1970 to November 1972.

159 belonged to the Fleckvieh breed (Simmentaler) and 40 to the Gelbvieh breed (German Yellow Cattle).

They were standing at the performance testing station Brandhof, Neustadt/Aisch.

Every four weeks blood samples were taken and the thyroxine level was determined with the method of SCHERZINGER and GROSSER (1971).

Investigated were:

1. The influence of certain factors upon the thyroxine level (time of the day and of the year, age and exercise).
2. Differences of the thyroxine levels within the bulls of the breed and between the two breeds.
3. The relationship between thyroxine levels and the weight respectively the weight gain of the bulls.
4. The heritability of thyroxine level in Fleckvieh breed bulls.

No significant influence of the time of the day, the age and exercise upon the thyroxine level could be found.

A significant influence of the season of the year could be shown. Therefore for the following computations the values have been corrected taking into account the seasonal influence.

With the analysis of variance it was possible to compute the variance components in the thyroxine level of the tested bulls. That is 32% for Fleckvieh bulls and 50% for the Gelbvieh bulls of the total variation.

The thyroxine level of the Gelbvieh bulls was always lower than that of the Fleckvieh bulls, but the difference was not significant at every phase of the test period.

With an half sib analysis the heritability for the thyroxine level of the Fleckvieh bulls was calculated: $h^2 = 0,31 \pm 0,002$.

There are significant correlations in two breeds between the thyroxine level and the body weight as well as between the thyroxine level and the weight gain.

It is remarkable that these correlations are significant in Fleckvieh breed only during the last phase of the performance testing period whilst in Gelbvieh breed during the early part of the test period.

7. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

ANDERSON R.R. (1972)

TSR in rats following changes in dietary bulk
Journal of Anim. Sci. 35, 236

AVERDUNK G. (1967)

Die Schätzung des allgemeinen Zuchtwertes von Jungbul-
len anhand der vorhandenen Abstammungsinformation
Mitt. Arbeitsgem. Besamungsstat. Bayerns

AVERDUNK G. (1968)

Genetic aspects of test period length for rate of gain
in cattle

Jahrestagung der American Society of Animal Science
in Stillwater, Oklahoma Paper No 14

BARKER S.B. HUMPHREY M.J. (1950)

Chemical determination of PBI in Plasma
Journal of Clin. Endocrinology 10, 1136

BECKER W.A. (1968)

Manual of procedures in quantitative genetics
The Program in Genetics, Washington State University
Press
Pullman, Washington 2nd Edition

BEDNAR J. NEMEC J. RÖHLING S. HAVELKA J.

SOUTOROVA M. ZAMRAZIL V. VANA S. SOUMAR J. (1972)
The significance of individual diagnostic tests for the
differential diagnosis of thyroid function disturbances.
Comparison of the diagnostic value of certain tests in
vitro

Endokrinologie 60, 123 - 135

BERGNER H. TILLE D. WIRTHGEN B. SCHÖNMUTH G.
WILKE A. (1969)

Messung der Schilddrüsensekretionsrate bei Jungrindern
unter Einsatz von ^{131}J
Arch. Tierz. 12, 25 - 41

BERMAN A. (1959)

Peripheral effects of l-thyroxine on hair growth
and coloration in cattle
Journal of Endocrinology 20, 288-292

BORHAMI B.E.A. EL-SHAZLI K. (1972)

A relationship between thyroid activity, acetate in-
fusion and food intake in rams
Journal of agric. Sci. 79 Part 2, 335-339

BLINCOE C. BRODY S. (1955)

Environmental physiology and shelter engineering XXXII.
The influence of ambient temperature, air velocity,
radiation intensity and starvation on thyroid activity
and iodide metabolism in cattle
Missouri Agric. Expt. Station Research Bulletin 576

BOGOROCH R. TIMIRAS P. (1951)

The response of the thyroid gland of the rat to
severe stress
Endocrinology 49, 548

BROWN W.L. PATTERSON T.B. SHRODE R.R. (1972)

Utility of glutathione and hemoglobin as predictors of
calf gain
Journal of Anim. Sci. 35, 8

COLBY R.W. WARE J.H. BAKER J.P. LYMAN C.M. (1950)

The relationship of various blood constituents to rate
of gain in beef cattle
Journal of Anim. Sci. 9, 652

DICKERSON G.E. (1960)

Techniques for research in quantitative animal genetics.
Techniques procedures in animal production research
pp. 56 - 105

American Society of Animal Production Publication

ENGSTROM W.W. MARKARDT B. (1955)

The effects of serious illness and surgical stress on
the circulating thyroid hormone
Journal of Clin. Endocrinol. and Metabolism 15, 953

GEIGY J.R. (Hrsg.) (1960)

Documenta Geigy wissenschaftliche Tabellen
J.R. Geigy Pharmaabteilung Basel 1960, 6. Auflage

GLAZENER E.W. SHAFFNER C.S. JULL M.A. (1949)

Thyroid activity as selected to strain differences in
growing chickens
Journal of poultry Sci. 28, 834

GROSSIE J. TURNER C.W. (1961)

Proceedings of the Society of Exp. Biology 107, 520

HANKINS O.G. BURK L.B. (1938)

Relationships among production and grade factors of beef
U.S.D.A. Tech. Bull. 665, 39

HATCH R.H. KERCHER C.J. ROEHRKASSE G.P. (1972)

Response of hyperthyroid, euthyroid and hypothyroid
steers to exogenous thyroxine
Journal of Anim. Sci. 34, 983

HENNEMANN H.A. REINEKE E.P. GRIFFIN S.A. (1955)

The thyroid secretion rate of sheep as affected by
season, age, breed, pregnancy and lactation
Journal of Anim. Sci. 14, 419

HERAUX O. (1969)

Catecholamines, corticosteroids and thyroid hormones in nonshivering thermogenesis under different environment conditions. Physiology and pathology of adaptation mechanisms. Ed. by E. Bajusz
Pergamon Press 1969

HERNANDEZ M.V. KEVIN M. Etta REINEKE E.P.

OXENDER W.D. HAFS H.D. (1972)

Thyroid function in the prenatal and neonatal bovine
Journal of Anim. Sci. 34, 780

INGBAR S.H. FREINKEL N. (1955)

Simultaneous estimation of rates of thyroxine degradation and thyroid hormone synthesis
Journal of Clin. Investigation 34, 808

JOAKIMSEN Ø. STEENBERG K. LIEN H. THEODORSEN L. (1971)

Genetic relationship between thyroxine degradation and fat-corrected milk yield in cattle
Acta Agriculturae Scandinavica 21, 121

JOHNSON C.W. SPEER V.C. HAYS V.W. CATRON D.V. (1957)

Thyroprotein for lactating sows
Journal of Anim. Sci. 16, 1041

KOLB E. (1967)

Lehrbuch der Physiologie der Haustiere
Jena : Fischer

KRÄUSLICH H. (1971)

Eigenleistungsprüfungskapazität in der Bundesrepublik
Der Tierzüchter 22, 642 - 644

KRÄUSLICH H. (1970)

Nachkommenprüfung und Eigenleistungsprüfung beim Rind
Der Tierzüchter 9, 245 - 251

KRÄUSLICH H. (1972)

Die Zuchtplanung beim Rind
Der Tierzüchter 10, 263 - 272

KRÄUBLICH H. (1971)

Die Eigenleistungsprüfung auf Fleisch, ein wichtiger Bestandteil eines Zuchtprogrammes bei den Zweinutzungsrassen

Der Förderungsdienst 7, 233 - 236

KRÄUBLICH H. AVERDUNK G. GOTTSCHALK A. SCHMITTER W.
SCHUMANN H. SCHWARZ E. (1970)

Die Besamungszucht beim Rind in Bayern

Bayer. Landw. Jahrbuch 47, 4

KUNKEL H.O. GREEN G.G. RIGGS J.K. SMITH R.L.
SHRODE M. (1957)

Relationship between serum protein-bound iodine and other blood constituents to rates of gain in beef cattle

Journal of Anim. Sci. 16, 1030

KUNKEL H.O. COLBY R.W. LYMAN C.M. (1953)

The relationship of serum protein-bound iodine levels to rates of gain in beef cattle

Journal of Anim. Sci. 12, 3

LENNON H.D. Jr. MIXNER J.P. (1957)

Some factors affecting the determination of plasma protein-bound iodine, using the alkaline fusion-ceric sulfate method

Journal of Dairy Sci. 40, 351

LENNON H.D. Jr. MIXNER J.P. (1957)

Variation in plasma protein-bound iodine levels in dairy cattle due to animal, daily, diurnal, and method effects

Journal of Dairy Sci. 40, 541

LENNON H.D.Jr. MIXNER J.P. (1958)

Relationships between plasma protein-bound iodine and certain measures of reproductive and lactational performance in dairy cattle

Journal of Dairy Sci. 41, 740

LINDHÉ B. (1971)

The role of performance testing for beef in the swedish cattle breeding program

Paper for EAAP Comission on cattle production

LODGE J.R. LEWIS R.C. REINEKE E.P. (1957)

Estimating the thyroid activity of dairy heifers

Journal of Dairy Sci. 40, 209

LONG J.F. GILMORE L.O. CURTIS G.M. RIFE D.C. (1952)

Bovine protein-bound iodine and its relation to age and breed

Journal of Dairy Sci. 35, 603

LUDVIGSEN J. (1957)

On the hormonal reaction of vasomotor reactions during exercise with special reference to and the action of adrenal cortical steroids

Acta Endocrinologica 26, 406

LUDVIGSEN J. (1969)

Some thyroid and adrenal breed characteristics and their possible relation to pale exudative muscles in pigs

Int. Symp. on Condition and Meat Quality in pigs

Res. Inst. Anim. Husbandry "Schoonoord" Zeist

MALVAUX P. DE NAYER Ph. (1972)

X-Chromosome linked inheritance of decreased thyroxine binding globulin

Archieves of Disease in Childhood 47, 635

- MIXNER J.P. LENNON H.D. Jr. (1958)
Effects of thyrotrophin, l-thyroxine and l-trijodthyronine on plasma protein-bound iodine in dairy bull calves
Journal of Dairy Sci. 41, 840
- MIXNER J.P. KRAMER D.H. SZABO K.T. (1962)
Effect of breed, stage of lactation and season of year on thyroid secretion rate of dairy cows as determined by the chemical thyroxine turnover method
Journal of Dairy Sci. 45, 999
- MORENG R.E. SHAFFNER C.S. (1949)
A thiouracil - thyrotropin treatment for fattening poultry
Journal of Poultry Sci. 28, 504
- NISHIKAWARA M.T. GABRIELSON E. (1961)
zitiert nach POST T.B. (1963)
- NÜCKER J. (1964)
Physiologie der Leibesübungen
Stuttgart : Enke
- OLDIGS B. (1970)
Hämatologische Kriterien der STH-Aktivität und deren Beziehungen zu Merkmalen der Mastleistung und der Schlachtkörperzusammensetzung, untersucht an verschiedenen Schweinerassen
Schriftenreihe des Max-Planck - Instituts für Tierzucht und Tierernährung Mariensee/Trenthorst Heft 49 (Diss.)
- PASCHKIS K.E. CANTAROW A. EBERHARD T. (1950)
BOYLE D.
Thyroid function in the alarm reaction
Proceedings of the Soc. Exptl. Biol. Med. 73, 116

POST T.B. MIXNER J.P. (1961)

Thyroxine turnover methods for determining thyroid
secretion rates in cattle

Journal of Dairy Sci. 44, 2265

POST T.B. (1963)

Plasma protein-bound iodine and growth rates of beef
cattle

Australian Journal of Agric. Research 14, 572

PREMACHANDRA B.N. PIPES G.W. TURNER C.W. (1958)

Variation in the thyroxine secretion rate of cattle

Journal of Dairy Sci. 41, 1609

PREMACHANDRA B.N. TURNER C.W. (1959)

Elevated thyroxine pool and lactation

Journal of Anim. Sci. 18, 1564

ROBERTSON W.G. MIXNER J.P. BAILY W.G.

LENNON H.D. (1958)

Effect of certain acute stress conditions of the plasma
levels of 17.hydroxycorticosteroids and protein-bound iodine
iodine in dairy cattle

Journal of Dairy Sci. 41, 302

SCHERZINGER E. GROSSER I. (1972)

Methode zur direkten Bestimmung des Schilddrüsenhormon-
spiegels im Blut

Zbl. Vet. Med. A 19, 775-786

SCHERZINGER E. GUZY J.K. LÖRCHER K. (1972)

Schilddrüsenhormonkonzentration im Blut und Thyroxin-
bindung an Serumproteine bei verschiedenen Spezies

Zbl. Vet. Med. A 17, 585-594

SCHULTZE A.B. TURNER C.W. (1945)

The determination of the rate of throxine secretion
by certain domestic animals

Mo. Agric. Exp. Res. Bulletin 392

SCHWARZ E. KRÄUBLICH H. HINDENITH A. OSTERKORN K. (1972)

Eigenleistungsprüfung von Bullen einer Zweinutzungs-
rasse (Dt. Fleckvieh)

Vortrag auf der 23. Jahrestagung der Europ. Vereini-
gung für Tierzucht Verona 5.-9.10.1972

SINGH O.N. HENNEMANN H.A. REINEKE E.D. (1956)

The relationship of thyroid activity to lactation,
growth and sex in sheep

Journal of Anim. Sci. 15, 625

SINK J.D. WILSON L.L. MCCARTHY R.D. RUGH M.C. (1973)

Interrelationships between serum lipids, energy intake,
milk production, growth and body characteristics in
angus-holstein cows and their progeny

Journal of Anim. Sci. 36, 313

SKJERVOLD H. (1963)

The optimum size of progeny groups and optimum use of
young bulls in AI-breeding

Acta Agr. Scand. 13, 131

SKJERVOLD H. (1972)

Persönliche Mitteilung anlässlich des VII. Internationa-
len Kongresses für tier. Fortpflanzung

München 1972

SØRENSEN P.H. (1958)

Jodine metabolism and thyroid function in cattle and pigs

Ber. fra Forsøgsb. 302 Copenhagen 1958

SWANSON E.W. (1972)

Effect of dietary iodine on thyroxine secretion rate of
lactating cows

Journal of Dairy Sci. 55, 1763

SWANSON E.W. MILLER J.K. (1973)

Restoration of normal lactation in hypothyroid cows
Journal of Dairy Sci. 56, 92

SZASZ E. (1972)

Wachstumsversuche an Ratten und Schweinen bei kombinierter Zufütterung von L-Thyroxin und fettlöslichen Vitaminen
Hannover: Diss. agr.

TANABE Y. (1970)

zitiert nach Tamaki Y. (1971)

TAMAKI Y. TANABE Y. (1969)

Comparison of biological activity of injected l-thyroxine and l-trijodthyronine in the chicken
Jap. Poultry Sci. 6, 142-146

TAMAKI Y. TANABE Y. (1971)

Heritability estimates of Thyroxine secretion rates and their relation to age in chicken maintained at a constant temperature
Jap. Journal of Zootech. Sci. 42, 232

TUCKER H.A. REECE R.P. (1961)

Thyroid supplementation at peak of lactation
Journal of Dairy Sci. 44, 1751

TURNER C.W. (1948)

Effect of age and season on the thyroxine secretion rate of white Leghorn hens
Poultry Sci. 27-28, 146

WEBER E. (1972)

Grundriß der biologischen Statistik
Stuttgart : Fischer 7. Auflage

WILLIAMS R. JOFFE H. KEMP C. (1949)

Effect of severe stress upon thyroid function
American J. Physiol. 159, 291

Herrn Professor Dr. H. Kräußlich möchte ich für die Überlassung des Themas sowie für die Betreuung bei der Arbeit danken.

Desgleichen Herrn Dr. K. Osterkorn, der die Programme für die statistische Auswertung erstellte.

Ferner möchte ich mich bei Dr. E. Schwarz von der Besamungsstation Neustadt/Aisch für die gute Zusammenarbeit bedanken.

Schließlich möchte ich Herrn Gude, Tierpfleger auf dem Brandhof, meinen Dank für die tatkräftige Hilfe bei der Entnahme der Blutproben aussprechen.

Lebenslauf

Peter Bard, geboren am 6. April 1945 in Tegernsee
als Sohn von Léon Bard und seiner Ehefrau Martha,
geb. Lang.

1950 - 1953 Volksschule in Laval s. Doulon (Frankreich)
1953 - 1956 Volksschule in Kayzersberg (Elsaß)
1956 - 1957 Lyzeum in Barr
1957 Umzug nach München
1957 - 1960 Progymnasium Obermedlingen/Bay.
1960 - 1966 Reuchlin Gymnasium Ingolstadt; im Sommer
1966 Abitur

Im Wintersemester 1966/67 Beginn des Studiums der Tier-
medizin an der Ludwig-Maximilians Universität München.

Im Sommer 1967: Vorphysikum

- " 1968: Physikum
- " 1969: Staatsexamen Teil I
- " 1970: Staatsexamen Teil II
- " 1971: Staatsexamen Teil III

Von April 1972 bis September 1973 als Verwalter der
Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten
am Institut für Tierzucht der Universität München tätig.

Seit Mai 1972 Anfertigung der vorliegenden Dissertation.

